



Das inquietações às questões... aprendizagem e ensino de Biologia nas escolas

Ligia Cristina Ferreira Machado^a, Guilherme Orsolon-Souza^b

^a UFRRJ; Departamento de Educação e Sociedade; Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática

^b Docente de Biologia, CEFET/RJ-Brasil, *Campus Valença*

ARTICLE INFO

Recebido: 07 de março de 2018

Aceito: 19 de abril de 2018

Disponível on-line: 01 de maio de 2018

Palavras chave: Educação em Ciências, Ensino-aprendizagem em Biologia, Práticas Epistêmicas.

E-mail:

ligia.machado@terra.com.br
guilhermeorsolon@gmail.com

ISSN 2007-9842

© 2018 Institute of Science Education.
All rights reserved

ABSTRACT

Recognizing that learning is a life process, this text makes a thematic approach to invest in a discussion about learning in biology classes that takes place in schools. In this discussion, the conception of learning as transmission-reception of concepts whose epistemological support is carried out in empiricism to point out its weaknesses and limitations, is problematized. At the same time, it assumes a learning perspective anchored in a socio-interactionist matrix inspired particularly by Bakhtin (1992) and Vygotsky (2001). In this perspective, learning in Biology classes is configured as a process of signification that takes place around specific movements of a cognitive constitution denominated as epistemic practices. Epistemic practices - problematization, conceptual relations, connections between macro and microscopic dimensions – make viable certain objects and processes to be re-signified in a biological perspective in the correlation that students maintain with other objects and processes. Taking as reference teaching situations analyzed by Machado (2007), it is possible to highlight some of these epistemic practices mobilized by students in an interaction context that provide clues to an ongoing process of signification. For this reason, these epistemic practices as much as the concepts, must be assumed as a teaching-learning objects. This assumption will require the reconfiguration of teaching practices in biology classes to incorporate activities that contribute to the construction of ways of thinking, speaking and acting (Arcà, Guidoni & Mazzoli, 1990).

Reconhecendo que a aprendizagem é um processo de vida, este texto realiza um grande recorte para investir em uma discussão acerca da aprendizagem em Biologia que se realiza nas escolas. Nesta discussão, problematiza-se a concepção de aprendizagem como transmissão-recepção de conceitos cuja sustentação epistemológica se realiza no empirismo de modo a apontar suas fragilidades e limitações. Ao mesmo tempo, assume uma perspectiva de aprendizagem ancorada em uma matriz sociointeracionista inspirada particularmente nos trabalhos de Bakhtin (1992) e Vygotsky (2001). Nesta perspectiva a aprendizagem em Biologia se configura como processo de significação que se realiza em torno de movimentos específicos de natureza cognitiva denominados como práticas epistêmicas. As práticas epistêmicas – problematização, relações conceituais, relações entre as dimensões macro e microscópica – viabilizam que determinados objetos e processos sejam re-significados em uma perspectiva biológica na relação que mantêm com outros objetos e processos. Tomando como referência situações de ensino analisadas por Machado (2007), é possível evidenciar algumas dessas práticas epistêmicas mobilizadas pelos estudantes em contexto de interação que fornecem pistas de um processo de significação em curso. Por isso mesmo, essas práticas epistêmicas tanto quanto os conceitos devem ser assumidos como objetos de ensino-aprendizagem. Esta assunção vai exigir a reconfiguração das práticas de ensino em Biologia de modo a incorporar atividades que contribuam para a construção de modos de pensar, falar e fazer (Arcà, Guidoni & Mazzoli, 1990).

I. INTRODUÇÃO

I.1 Contextualizando a discussão

Nem sempre é fácil iniciar um texto mesmo quando a temática central – aprendizagem – nos parece bastante familiar. Tratar da aprendizagem implica em reconhecer um processo que não é restrito a um lugar específico, mas um processo da/na vida como bem aponta Colinvaux (2008). Somos sujeitos epistêmicos e aprendemos na escola, em casa, na rua, enfim... na vida. A assunção deste aspecto nos exige então realizar um primeiro grande recorte para estabelecer uma discussão específica acerca da aprendizagem que se realiza nas escolas, institucionalmente os espaços/tempos privilegiados de socialização e apropriação dos sistemas organizados de conhecimento e de suas formas de funcionamento intelectual (Oliveira, 2000). Neste caso, é preciso ter em conta que nas escolas a aprendizagem é um processo intencional, dirigido e sistematizado e, por isso mesmo, devendo estar dialética e dialogicamente articulado ao processo de ensino. Nas escolas, ensinar pressupõe aprender. Mas o quê se ensina? O que se aprende? E ainda, como se ensina e como se aprende? Estas, por certo, não são questões fáceis de serem respondidas ainda que no ideário escolar pareça existir um relativo consenso em torno das relações entre ensino e aprendizagem – ensina-se conceitos relativos a uma área específica e, por inferência, aprende-se esses mesmos conceitos supostamente ensinados.

A questão da aprendizagem se complexifica quando então, realizamos um segundo recorte para nessa discussão focalizar, especificamente, a aprendizagem de uma área específica – a Biologia. Vivendo em um contexto onde as questões de natureza biológica parecem fervilhar tais como a biotecnologia e a neurociência é preciso reconhecer os desafios que estão postos ao ensino e a aprendizagem nesta área. Se, historicamente a perspectiva de ensino-aprendizagem em ciências e Biologia centrada na transmissão-recepção de conceitos parece ter predominado nas escolas, há que se reconhecer que esse modelo se encontra em seu total esgotamento.

O mundo contemporâneo exige um movimento de reconfiguração das práticas pedagógicas em Biologia que se realizam nas escolas. Isto implica assumir novos objetos de ensino e de aprendizagem bem como nova(s) perspectiva(s) de aprendizagem em Biologia. Neste sentido, este texto realiza um movimento de articulação entre leituras, experiências e alguns recortes empíricos para pensar a aprendizagem e, especificamente a aprendizagem em Biologia inspirada em uma perspectiva sociointeracionista que tem, acima de tudo, o mérito de reconhecer estudantes e professores como sujeitos sociais e historicamente situados que, nas relações que estabelecem com o mundo, constroem conhecimentos inclusive conhecimentos de natureza científica constituindo-se em novas formas de pensar e ver este mesmo mundo.

I.2 Sobre a aprendizagem como transmissão-recepção de conceitos biológicos

De modo geral nossas experiências como professores de Biologia incluem muitas aulas, muitos conteúdos, muitas dificuldades dos alunos em relação à nomenclatura biológica – fenótipo, genótipo, homocigoto, heterocigoto... Próximo ao período de avaliação, via de regra, os alunos solicitam um questionário para estudarem sugerindo inclusive que dele sejam retiradas as questões para a prova. A situação, bastante comum no contexto escolar, nos sugere uma visão de ensino e de aprendizagem em Biologia centrada na transmissão-recepção de conceitos. Tais conceitos são para serem memorizados e reproduzidos em momentos específicos de avaliação. Muitas vezes, estão esvaziados de qualquer significado para os estudantes que pouco reconhecem a relação desses conceitos com situações específicas com as quais se deparam em seu cotidiano. Para estas situações específicas continuam a mobilizar suas concepções prévias ou alternativas que pouco contribuem para a tomada de ação e decisão de modo mais crítico em um mundo contemporâneo povoado de questões de natureza científica. Enfim, na perspectiva da transmissão-recepção, como já assumido por todos, os estudantes são tábulas rasas.

Obviamente que esta perspectiva de ensino e de aprendizagem em Ciências e em Biologia tem sua sustentação epistemológica e psicológica fazendo revelar uma concepção de ciência, bem como de aprendizagem, ancoradas no empirismo. Epistemologicamente deste lugar, a ciência se traduz em um corpo de conhecimento supostamente neutro e imutável e assumido como verdade absoluta. O conhecimento científico é objetivo sendo pouco (ou nada) permeável às subjetivações, interpretações e criatividade humanas. Para Harres (2003), as concepções dos professores, alunos e

propostas curriculares ainda se mantem fortemente vinculadas ao empirismo, por isso mesmo se percebe uma ênfase na “transmissão do conhecimento concebido de forma acabada, não dinâmica, cópia fiel da realidade e plenamente verificável” (Harres, 2003, p. 56). Aliada a essa concepção de ciência, encontra-se uma concepção de aprendizagem behaviorista que parece ainda ter fôlego nas escolas alimentando as práticas de ensino em Biologia. O behaviorismo, durante longo tempo, apresentou-se como o paradigma dominante na psicologia para explicar a aprendizagem humana. Sua emergência deve-se, entre outros aspectos, a uma necessidade de estabelecer princípios metodológicos que pudessem resgatar o objetivismo nesta área e, para isso, se constitui como um programa antimentalista tendo como objeto de análise a conduta observável dos indivíduos. Em sendo assim, a aprendizagem é definida segundo o princípio associacionista e nele o indivíduo que aprende nada mais é do que “uma cópia isomórfica das contingências ou variações simultâneas do ambiente” (Pozo, 2002, p. 24). Nas palavras de Pozo (2005):

[...] os modelos de aprendizagem associativa, [...] num enfoque elementista, analítico, decompõem qualquer ambiente num conjunto de elementos associados entre si com distinta probabilidade, de modo que aprender é detectar, com maior precisão possível, as relações de contingência entre esses elementos ou fatos, de forma que os processos de aprendizagem consistem essencialmente em mecanismos de cômputo dessas contingências. (Pozo, 2005, p. 20).

Estas concepções objetivadas de ciência e de aprendizagem ganham força no cenário escolar tendo como consequência um ensino de Biologia com ênfase conceitual. Mais que isso, um ensino de Biologia fragmentado e descontextualizado fazendo revelar uma visão mecanicista que está posta na base da organização do conhecimento biológico e, por inferência, na forma como é transposto para os contextos de ensino. A sensação é que as aulas de Biologia trazem um conhecimento que não se articula ou tem muito pouco a ver com o que se vivencia no dia a dia. Talvez, uma das grandes dificuldades no ensino de Biologia seja o distanciamento que marca as dimensões conceitual e contextual da própria ciência. Podemos ilustrar esta afirmação a partir do conceito de respiração que é trabalhado com diferentes abordagens respectivamente nos 1º e 2º anos do Ensino Médio. No primeiro ano, é apresentada a respiração celular, um processo fisiológico que demanda oxigênio para a oxidação da molécula de glicose e consequente liberação de energia necessária às atividades metabólicas dos organismos sendo realizado por organelas celulares específicas, as mitocôndrias. Já no segundo ano, a respiração é evidenciada como o processo de trocas gasosas entre esses organismos e o meio ambiente quando os conceitos de inspiração e expiração são bastante explorados. A integração dessas duas abordagens da respiração, quando ocorre, é bastante superficial e, por isso mesmo, os estudantes têm dificuldade, por exemplo, em explicar o aumento da frequência respiratória quando em uma situação que demanda maior esforço físico. Sem querer enfatizar uma perspectiva utilitarista da ciência e, portanto, do ensino de Biologia, é preciso sinalizar que na aprendizagem em Biologia, os estudantes se percebam como parte desse mundo vivo que está sendo abordado. É preciso que se ensine e se aprenda uma Biologia viva posto que o sentido etimológico dessa palavra é o estudo da vida. Como dizem Arcà, Guidoni & Mazzoli (1990):

Para um menino, “conhecer a natureza”, falar de animais e de plantas, reconhecer-se como indivíduo vivo e reconhecer nos demais as mesmas características próprias de um ser vivo, sentir-se parte de um sistema do qual também outros fazem parte, pode responder a uma necessidade muito mais profunda do que a de adquirir umas simples noções de Biologia. É importante que na educação escolar estas exigências, nem sempre experimentadas em um nível consciente, possam sair à luz e encontrar uma série formal de palavras mediante as quais possam se expressar até constituir a base de um modo de pensar biológico que represente um guia com o fim de formar o próprio sistema geral de conhecimento. (Arcà, Guidoni & Mazzoli, 1990, p.75).

Neste sentido, há que se considerar que o ensino e a aprendizagem em Biologia devem envolver “modos de pensar, modos de falar, modos de fazer, mas sobretudo a capacidade de juntar todas essas coisas” (Arcà, Guidoni & Mazzoli, 1990, p. 24-25). Assim, para além dos conceitos, novos objetos de aprendizagem em Biologia parecem entrar em cena.

I.3 Das inquietações às questões... a aprendizagem em Biologia

Parece ser que professores de Biologia no Ensino Médio carregam uma questão que diz respeito à aprendizagem dos estudantes. Como professores, quais as pistas que temos para afirmar com certo grau de segurança que os estudantes aprenderam ou não aprenderam, por exemplo, o processo de mitose? Citamos esse processo biológico por considerá-lo um grande desafio, entre os muitos que estão postos, no ensino de Biologia. A sua compreensão mais profunda vai exigir dos nossos estudantes uma relação estreita entre uma dimensão observável e uma dimensão microscópica e mesmo molecular. Sem essa relação é pouco provável que a mitose seja efetivamente significada pelos estudantes sendo apenas uma sucessão de eventos (prófase, metáfase, anáfase e telófase) a serem repetidos, principalmente, em questões de prova. Sem essa relação é pouco provável que os estudantes reconheçam que esses são eventos que ocorrem continuamente em seu próprio corpo. Em um episódio bastante particular abordando o tema de síntese de proteínas ouvimos o seguinte enunciado de um aluno: *“Sabe por que eu gosto de Biologia? É saber que essas ‘paradinhas’ [a síntese de proteínas] estão acontecendo no meu corpo agora”*. Talvez esta seja uma pista de que este aluno reconheça essa dimensão microscópica necessária para o entendimento mais amplo e profundo das questões biológicas.

A nosso ver, a construção dessa relação pelos estudantes pressupõe uma forma biológica de pensar e de ver o mundo e tudo que nele vive. Neste caso, assumimos como pressuposto que no ensino e na aprendizagem em Biologia “o conceito não é tudo”. Então o que se assume, para além dos conceitos, como objetos de ensino e de aprendizagem nesta área de conhecimento? O enfrentamento dessa questão exige a construção de outra perspectiva de aprendizagem que rompa com a de transmissão-recepção de conceitos.

I.4 Investindo em uma (outra) perspectiva de aprendizagem em Biologia – construindo um mosaico teórico e empírico

Após uma longa temporada de investimentos no modelo de mudança conceitual em ciências, assistimos na década de 90 do século XX a emergência de uma perspectiva de aprendizagem como processo de significação. Trata-se de um deslocamento nos estudos sobre o entendimento individual dos estudantes de fenômenos específicos para a construção/produção de significados em contextos interativos como a sala de aula (Mortimer & Scott, 2002). A discussão em torno da aprendizagem incorpora uma matriz sociointeracionista e, assim, a sala de aula, tal como uma caixa preta é aberta, fazendo revelar processos de intensa e, às vezes, tensa negociação entre os sujeitos de modo a se privilegiar e mesmo consolidar aqueles significados relativos à área de ciências. Acompanhando as aulas de Biologia em uma turma de 3º ano do Ensino Médio, Machado (1999) relata um episódio de ensino bastante interessante que ajuda a ilustrar esse processo de negociação de significados. O professor inaugura uma nova temática – evolução dos seres vivos – perguntando aos alunos: *“O quê seria evolução?”* A partir daí os alunos fazem circular na sala de aula diferentes significados para o termo: *“a planta que cresce”*; *“O objeto que sai de sua posição zero inicial e com o decorrer do tempo ele vai gradativamente mudando”*; *“O ser vivo [...] sofre uma transformação morfológica”*; *“A evolução da ciência, biologia, aquilo que se estuda. A cada dia vai descobrir novas coisas [...]”*. Mas há um significado biológico que se pretende construir e, após as contribuições dos alunos, o professor enuncia que a evolução deverá ser discutida do ponto de vista biológico. Esta intervenção do professor dá um novo tom para a dinâmica da aula quando os alunos passam então a apresentar situações e mesmo definições mais próximas daquela que se pretende abordar – a evolução dos seres vivos. Neste contexto, um aluno, parecendo mobilizar conceitos anteriormente construídos supostamente em situações formais de ensino-aprendizagem, assim se manifesta: *“Mas nesse sentido aí, fala sobre aquele [...] sobre a girafa e [...] Lamarck até dizia alguma coisa sobre [...], que as girafas maiores eram as que viviam mais, com pescoço maior conseguia comer sobre as copas das árvores e aquelas com pescoço menores iam morrendo, sendo extintas. Ele estava tentando dizer sobre o porquê das girafas hoje terem pescoço enorme. Alguma coisa mais ou menos assim”*.

O episódio evidencia o quanto a aprendizagem e também o ensino se organizam em torno da construção de significados em um contexto específico. Ou seja, revela a natureza polissêmica da palavra para usarmos aqui uma noção bastante difundida de Bakhtin (1992). Há, entretanto, um movimento paradoxal na sala de aula de Biologia – um tráfego

inicial de significados acompanhado de um silenciamento de vozes – na expressão de Bakhtin - que não implica necessariamente no seu apagamento, mas sim na “privilegiação” (Wertsch, 1993) de um significado específico em detrimento de outros considerando o contexto de sua produção. Isto porque, para Bakhtin, os sentidos de uma palavra não existem em si mesmos, prontos e acabados, mas são elaborados e determinados nas/pelas enunciações concretas produzidas pelos sujeitos, onde as condições de produção são constitutivas do sentido do enunciado. Em outras palavras, Bakhtin (1992, 113) entende que: “A situação social mais imediata e o meio social mais amplo determinam completamente e, por assim dizer, a partir do seu próprio interior, a estrutura da enunciação”.

Podemos considerar ainda, que neste episódio, o professor toma como ponto de partida as concepções dos alunos para subsidiar o processo de construção de um conceito científico para o termo evolução. Neste sentido, entendemos que o termo mudança conceitual não deva ser tomado como um mero processo de substituição de concepções prévias por concepções científicas, como proposto inicialmente por Posner e colaboradores (1982). Trata-se, a nosso ver, de um processo de ressignificação conceitual assegurado pelo contexto dialógico que se instaura com a alternância das vozes do professor e dos alunos, alternância que revela a polissemia da palavra.

Assumindo a aprendizagem em Ciências e em Biologia como processo de significação que se realiza nas interações que o sujeito estabelece com o outro e com o objeto a ser aprendido uma nova questão se apresenta: como estes significados são produzidos/construídos pelos alunos?

Tentando avançar nesta discussão três estudos fornecem algumas pistas. O primeiro refere-se ao trabalho de Perkins & Simmons (1988), que aponta que a compreensão mais profunda em áreas científicas envolve a articulação e integração de quatro níveis de conhecimento: nível conceitual, de resolução de problemas, epistêmico e investigativo, que são ativados e inter-relacionados na realização de diversas atividades cognitivas. Os autores nos dizem que, no interior de cada um desses níveis, existem mecanismos cognitivos específicos descritos como metacognitivos ou estratégicos e que são mobilizados no processo de compreensão e, diríamos, significação de um dado conhecimento.

O segundo é o trabalho de Eylon & Linn (1988) que também sinaliza que a aprendizagem em ciências envolve a aprendizagem de uma série de habilidades tais como a de integrar e relacionar conhecimentos e a de mobilizar um dado conceito à resolução de novos problemas e situações, o que permitiria a construção de “lifelong learning skills”¹.

Finalmente, o terceiro estudo de Leander & Brown (1999), assumindo uma matriz multidimensional para analisar aulas de Física, descreve a aprendizagem como uma dança de instabilidades e estabilidades a fim de caracterizar os movimentos de alternância entre processos de negociação de um lado, e de fixação e alinhamentos de outro. Nesta dança, os alunos não estão simplesmente respondendo às questões e aos problemas propostos pelo professor do ponto de vista conceitual, mas também organizando e assumindo suas próprias posições como participantes no curso da interação em relação ao objeto da aprendizagem.

Relacionando estes estudos à noção de aprendizagem como significação, pode-se considerar que este processo se realize em torno de movimentos ou mecanismos específicos de natureza cognitiva. Reconhecer e dar visibilidade a estes movimentos é fundamental, pois como dito anteriormente, a educação científica deve desenvolver modos de pensar, modos de falar, modos de fazer (Arcà, Guidoni & Mazzoli, 1990). Portanto, trata-se de construir significados na articulação entre pensamento, linguagem e experiência (ação) e isto implica e supõe movimentos. Daí o caráter dinâmico da aprendizagem.

Partimos do pressuposto que tais movimentos ou mecanismos sejam específicos à uma área de conhecimento, pois como dito por Astolfi & Develay (1995) os conceitos científicos como respiração, ecossistema, genes não são da mesma natureza que os conceitos linguísticos e matemáticos, por exemplo. Para esses autores os conceitos científicos reúnem duas características inseparáveis no seu campo de legitimidade – são explicativos e preditivos. Dessa forma, é possível considerar que no processo de significação entra em jogo o que Machado (2007) denomina de práticas epistêmicas. Ou seja, movimentos/mecanismos de natureza cognitiva que permitem aos estudantes ressignificarem determinados objetos e processos na relação que mantêm com outros objetos e processos em uma perspectiva biológica. Vejamos um exemplo extraído de Machado (2007) que talvez possa nos ajudar a esclarecer essa ideia. Durante uma aula

¹ “Habilidades de aprendizagem ao longo da vida” (tradução dos autores).

de Biologia em uma turma do 1º ano do Ensino Médio que tratava das relações estruturais e processuais entre o núcleo e a célula, um aluno levantou a seguinte questão: “*Professora, você tá falando das células que têm núcleo. E o que acontece com células como a hemácia que não tem núcleo?*” O estudante apresenta um problema que precisa ser resolvido não só por ele, mas por toda a turma. A professora encaminha a questão para o grupo que passa a mobilizar concepções anteriormente construídas para significar esta nova situação. Assim, alguns estudantes, por exemplo, afirmam que as hemácias são como células procariontes, ou seja, não têm um núcleo delimitado e, portanto, seu DNA encontra-se disperso no citoplasma sem perceberem certa contradição biológica, uma vez que, os seres humanos são eucariontes. Neste contexto, a professora estabelece no curso das interações uma série de questões de forma a resgatar juntamente com os estudantes conceitos supostamente já construídos (tempo de vida, local e função das hemácias). Este movimento da professora viabiliza a organização de um espaço interativo que faz circular várias informações contribuindo para que os alunos então consigam articular conceitos e elaborar uma explicação que se aproxima em muito da científica. Assim, ao final, o mesmo estudante que apresentou a questão enuncia: “*Ah então ela deve formar um estoque... reserva de substâncias para sobreviver nesse tempo*”.

Alguns aspectos podem ser discutidos a partir dessa situação de ensino. O primeiro diz respeito ao lugar da problematização no processo de ensino-aprendizagem em Ciências e em Biologia. A problematização é uma condição intrínseca para o engajamento disciplinar produtivo uma vez que cria oportunidade para que os alunos participem ativamente da resolução de problemas que sejam substantivos (Engle & Conant, 2002). O problema apresentado pelo estudante revela um modo de pensar que se organiza a partir de relações conceituais que estabelece. Um segundo aspecto se refere à mobilização de conceitos já construídos e um processo mediado pela professora que procura controlar, marcar e selecionar alguns significados. Enfim, encaminhar uma maneira específica de olhar, pensar e interpretar o problema. Com este movimento, a professora, juntamente com os estudantes, vai tecendo uma rede de associações, biologicamente situada, viabilizando a emergência de um novo significado. Dessa forma, pode-se considerar que:

[...] o conceito surge no processo de operação intelectual; não é o jogo de associações que leva à obstrução dos conceitos: em sua formação participam todas as funções intelectuais elementares em uma original combinação sendo que o momento central de toda essa operação é o uso funcional da palavra como meio de orientação arbitrária da atenção, da abstração, da discriminação de atributos particulares e de sua síntese e simbolização com o auxílio do signo. (Vygotsky, 2001, p. 236).

O exemplo nos ajuda a perceber que os estudantes acabam por ressignificar um objeto – a estrutura das hemácias - na relação que mantem com outros objetos e processos – sua função no corpo humano. Ao mesmo tempo evidencia o quanto nesse processo de ressignificação os estudantes mobilizam conceitos e estabelecem relações conceituais que se constituem a nosso ver em práticas epistêmicas.

Em outra situação de ensino, também extraída de Machado (2007), a professora ao abordar o tema DNA acaba por informar aos estudantes que trechos não codificantes dessa molécula – cerca de 97% - são chamados de DNA-lixo. A informação provoca surpresa e ao mesmo tempo gera questionamentos como este: “*Professora, você não acha que aquele trecho [não codificante] pode servir para alguma coisa?*” A partir daí, presencia-se uma intensa discussão que culmina com a formulação de uma hipótese para explicar a existência dessa grande quantidade de DNA não codificante. Assim um estudante enuncia: “*Professora, a Camila tem uma hipótese!*” Vale dizer que Camila é a mesma estudante que apresentou o questionamento anterior. Incentivada pela professora a se manifestar a estudante formula sua hipótese: “*Ah, eu viajei. Eu pensei que esses genes, que essa parte que é nada, lixo, que eles pudessem, por exemplo, o ser humano no decorrer de sua vida pudesse acrescentar novas informações, novos genes.*”

Alguns aspectos se revelam na enunciação de Camila: primeiro, a apropriação coerente acerca do significado de gene que lhe permite a formulação de sua hipótese; segundo sua posição marcadamente evolucionista, pois reconhece que, no curso da evolução humana, ocorrem modificações nesse equipamento genético que resultam no aparecimento de novas informações e, portanto, de novas características. A hipótese de Camila revela não apenas uma forma biológica de falar, mas uma forma biológica de pensar o fenômeno em uma perspectiva evolucionista. Aliás, é preciso ainda destacar o uso apropriado da expressão hipótese pelo estudante sugerindo que o termo se refere a uma possível explicação para

um determinado fenômeno. Nesta situação, evidencia-se que na construção/produção de um (possível) significado a estudante realiza vários movimentos – problematiza, mobiliza conceitos e os aproxima para enfim, elaborar sua hipótese. Em outras palavras, faz uso de práticas epistêmicas para significar. Diríamos ainda que tais movimentos de natureza cognitiva se constituem em instrumentos mediacionais pertinentes a um sistema cultural, como sinalizado por Werstch (1998) – cuja apropriação permite aos estudantes construir uma forma específica de olhar um fenômeno. Em outras palavras, o uso dessas ferramentas cognitivas em um contexto específico de produção viabiliza, em um movimento dialético e dialógico, a apropriação/construção de novos conceitos relativos a um domínio específico de conhecimento. Este aspecto é destacado quando Vygotsky afirma que:

[...] Todo pensamento procura unificar alguma coisa, estabelecer uma relação entre coisas. Todo pensamento tem um movimento, um fluxo, um desdobramento, em suma, o pensamento cumpre alguma função, executa algum trabalho, resolve alguma tarefa. Esse fluxo de pensamento se realiza como movimento interno, através de uma série de planos, como uma transição do pensamento para a palavra e da palavra para o pensamento. (Vygotsky, 2001, p. 409 e 410).

II. Considerações finais ou implicações para o ensino de Biologia

Iniciamos este texto chamando a atenção para o fato de que a aprendizagem é um processo que se realiza na vida não estando restrito a espaços específicos como a escola. Realizar uma discussão acerca da aprendizagem que se realiza nas escolas implica, necessariamente, em reconhecer as especificidades que estão postas neste contexto. Trata-se de uma aprendizagem intencional e orientada com objetivos e conteúdos previamente estabelecidos. Este é sem dúvida um grande desafio – fazer uma turma, por vezes, constituída por 40 alunos se apropriarem de conteúdos relativos a uma área específica em determinado período de tempo.

Focalizando a aprendizagem em Biologia, sinalizamos algumas limitações que estão postas e bem discutidas em torno do modelo de ensino-aprendizagem como transmissão-recepção particularmente aquelas que se referem às concepções de ciência e de ensinar e aprender Ciências/Biologia ancoradas em uma perspectiva predominantemente empirista.

Neste movimento e realizando uma articulação entre recortes teóricos e empíricos, assumimos a aprendizagem em Biologia como processo de significação que se realiza em torno de movimentos específicos de natureza cognitiva denominados práticas epistêmicas. As práticas epistêmicas sustentam, por assim dizer, o processo de construção de significados viabilizando que objetos e processos sejam redescritos em uma perspectiva biológica. As situações de ensino apresentadas ao longo da discussão evidenciam que os estudantes em processo de significação problematizam, mobilizam concepções, estabelecem relações conceituais e elaboram hipóteses. A estas ações poderíamos acrescentar ainda a articulação entre as dimensões macroscópicas e microscópicas, a observação adequada, o uso de analogias e metáforas para aproximação de diferentes sistemas explicativos. Todos esses movimentos, ou práticas epistêmicas, se constituem, a nosso ver, em (novos) objetos de ensino e, por inferência de aprendizagem em Biologia de modo a viabilizar a construção de significados acompanhados de modos de pensar, modos de falar e modos de fazer (Arcà, Guidoni & Mazzoli, 1990). Trata-se de reconhecer a aprendizagem e, especificamente, a aprendizagem em Biologia como um processo sofisticado e complexo que talvez não seja tão linear e gradual como supostamente tem se assumido nas propostas curriculares e práticas pedagógicas.

Em nossas reflexões, a aprendizagem é uma prática social e decorre de processos de intensas negociações pelos sujeitos que, no curso de interações situadas em contextos específicos de produção, revelam a natureza polissêmica e polifônica dos significados e uma tendência a privilegiar aqueles relativos a uma área de conhecimento que é a Biologia. Podemos dizer então que a aprendizagem, enquanto processo de produção de significados em contextos específicos, envolve tensão e, às vezes, conflitos, mas também alinhamentos e compartilhamentos. Neste movimento, predominantemente social, a emergência de novos significados se constituem como co-construções, como produções coletivas, que garantem certo nível de entendimento orientado por certa maneira de falar, fazer e pensar acerca de questões e fenômenos biológicos.

Mas enfim, quais as implicações dessa nova perspectiva para o ensino de Biologia? Para além de discussões mais amplas que atravessam reestruturações curriculares nesta área o que pode ser pensado para as situações de ensino e de aprendizagem que se materializam nas salas de aula. Uma primeira pista, talvez possa ser dada por Aleixandre (2004):

A cultura científica, como a de um ofício, é um conjunto de conhecimento teórico e prático, tendo em conta que neste contexto o termo prático não se refere unicamente a manipulações ou manejo de instrumentos, mas também a mobilização de conceitos e modelos, a familiarizar-se, por exemplo, com os métodos que tem a ciência para eleger entre várias hipóteses alternativas a que se corresponde melhor com os dados ou justificativas disponíveis. (Aleixandre, 2004, p. 2).

Na perspectiva da autora deve-se desenvolver atividades que aproximem os estudantes da cultura científica e, a nosso ver, mais precisamente da cultura científica escolarizada, ou seja, que reconheça os objetivos, objetos e processos relacionados a esse contexto específico.

A imersão dos estudantes em atividades de caráter investigativo como a experimentação, a resolução de situações-problemas, os projetos científicos pode ser um caminho para estimular o desenvolvimento de práticas epistêmicas necessárias à construção de significados de natureza biológica. Dessa forma, será possível pensar em uma formação adequada e de qualidade de estudantes que fazem parte de uma sociedade que o convida insistentemente a tomada de ação e decisões acerca de questões de natureza científica. Neste sentido, aponta-se para um desenho curricular que investe tanto na dimensão conceitual quanto na dimensão processual da ciência viabilizando uma abordagem integrada e sistêmica que conduza à formação científica como mecanismo para se garantir processos de democratização que incluem a distribuição mais equitativa de conhecimentos historicamente construídos e, por inferência uma formação acima de tudo mais cidadã. Este aspecto é de relevância quando no Brasil vivemos a implantação de uma Base Nacional Comum Curricular cujos pressupostos político-pedagógicos parecem destoar de ideários que investem na educação crítica e emancipadora.

REFERÊNCIAS

Aleixandre, M.P.J. (2004). *La cultura em las clases de ciencias: comunidades de aprendizaje*. Disponível em: <<http://www.imim.es/quark/num28-29/028057.htm>>.

Arcà, M., Guidoni, P., & Mazzoli, P. (1990). *Enseñar Ciencia - como empezar: reflexiones para una educación de base*. Barcelona/Buenos Aires: Paidós.

Astolfi, J. P., & Develay, M. (1995). *A Didática das Ciências*. Campinas, SP: Papirus,

Bakhtin, M. (V.). (1992). *Marxismo e Filosofia da Linguagem*. São Paulo: Hucitec.

Colinvaux, D. (2008). *Aprendizagem: as questões de sempre, a pesquisa e a docência*. Ciência em Tela. 1(1). Disponível em: <<http://www.cienciaemtela.nutes.ufrj.br/index.html>>.

Engle, R. A., & Conant, F. R. (2002). Guiding Principles for Fostering Productive Disciplinary Engagement: explaining an emergent argument in a community of learner's classroom. *Cognition and Instruction*. Lawrence Erlbaum Associates Inc. 20(4), 399-483.

Eylon, B. S., & Linn, M. C. (1988). Learning and Instruction: an examination of four research perspectives. *Science Education. Review of Educational Research*. 3(58). 251-301.

Harres, J. B. S. (2003). Natureza da ciência e implicações para a educação científica. In: Moraes, R. (org.) *Construtivismo e Ensino de Ciências: reflexões epistemológicas e metodológicas*. Porto Alegre: EDIPUCRS, 37-68.

Leander, K. M., & Brown, D.E. (1999). "You Understand, But You Don't Believe It": Tracing the Stabilities and Instabilities of Interaction in a Physics Classroom Through a Multidimensional Framework. *Cognition and Instruction*. 17(1). 93-135.

Machado, L. C. F. (1999). *Interações discursivas e aprendizagem no contexto da sala de aula de Ciências*. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal Fluminense, Niterói, RJ, Brasil.

Machado, L. C. F. (2007). *EU SÓ QUERIA SABER POR QUE O ÓVULO TEM QUE SER DA OUTRA OVELHA? Situando o processo de construção de significados na sala de aula de Biologia*. Tese de Doutorado – Universidade Federal Fluminense, Niterói, Brasil.

Mortimer, E. F., & Scott, P. (2002). *Atividade Discursiva nas salas de Aula de Ciências: uma ferramenta sociocultural para analisar e planejar o ensino*. Disponível em: <[http://www. If. Ufrgs.br/public/ensino/vol17_n3_a7.htm](http://www.If.Ufrgs.br/public/ensino/vol17_n3_a7.htm)>.

Posner, G. J. et al. (1982). Accomodation of a Scientific Conception: toward a theory of conceptual change. *Science Education*. 66. 211-227.

Oliveira, M. K. (2000). O Pensamento de Vygotsky como fonte de reflexão sobre educação., Campinas: *Cadernos Cedes*. 35. 11-18.

Perkins, D. N., & Simmons, R. (1988). Patterns of Misunderstanding: an integrative model for Science, Math and Programming. *Review of Educational Research*. 3(58). 303-326.

Pozo, J. I. (2002). *Teorias Cognitivas da Aprendizagem*. Porto Alegre: Artmed.

Pozo, J. I. (2005). *Aquisição de Conhecimento*. Porto Alegre: Artmed.

Vygotsky, L. S. (2001). *A Construção do Pensamento e da Linguagem*. São Paulo: Martins Fontes.

Wertsch, J. (1993). *Voces de La Mente: un enfoque sociocultural para el estudio de la acción mediada*. Madrid: Visor Distribuciones S.A.